

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10123503 A**

(43) Date of publication of application: **15.05.98**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/1335**

**G09F 9/35**

(21) Application number: **08274880**

(22) Date of filing: **17.10.96**

(71) Applicant: **SHARP CORP**

(72) Inventor: **YAMAHARA, MOTOHIRO  
MIZUSHIMA SHIGEMITSU**

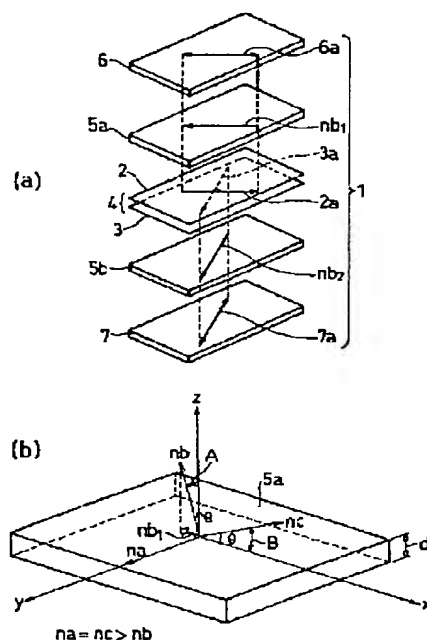
(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device capable of displaying the picture of high quality by further dissolving phase differences corresponding to visual angles to be caused in a liquid crystal element and improving the lowering of the contrast ratio in the direction opposite to a visual angle, a coloring phenomenon and inversion phenomena in the left and right directions.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device 1 is constituted so that at least one sheet of phase difference plates 5a, 5b whose refractive index anisotropies are negative ( $n_a = n_c > n_b$ ) and whose directions of main refractive indexes  $n_b$  are inclined with respect to normals of surfaces and whose main refractive indexes  $n_b$  are inclined in the clockwise direction or the counterclockwise direction around directions of main refractive indexes  $n_a$  or  $n_c$  in the surfaces is interposed between a liquid crystal display element 4 to be constituted by sealing liquid crystal in between one pair of glass substrates 2, 3 and one pair of polarizers 6, 7 to be arranged on both sides of the liquid crystal display device 4. In this case, the retardation of the liquid crystal layer is set in a range which is larger than 300nm and is smaller than 550nm.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-123503

(43)公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1335

G 0 9 F 9/35

識別記号

5 1 0

F I

G 0 2 F 1/1335

G 0 9 F 9/35

5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平8-274880

(22)出願日

平成 8 年(1996)10月17日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 水嶋 繁光

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

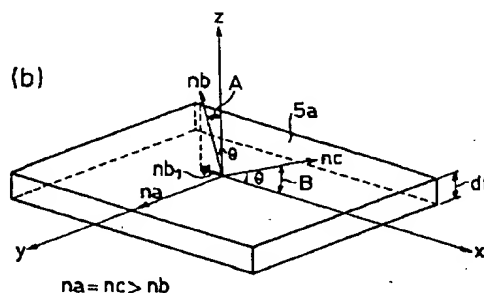
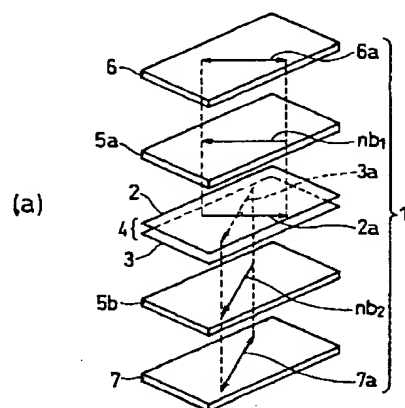
(74)代理人 弁理士 原 謙三

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消し、反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象、左右方向の反転現象をより改善することによって、高品質の画像を表示できる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 一対のガラス基板2・3の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子4と、液晶表示素子4の両側に配置される一対の偏光子6・7との間に、屈折率異方性が負 ( $n_a = n_c > n_b$ ) であり、主屈折率  $n_b$  の方向が表面の法線方向に対して傾斜しており、表面内の主屈折率  $n_a$  または  $n_c$  の方向を軸として、主屈折率  $n_b$  が時計まわり、または反時計まわりに傾斜している位相差板5a、5bを少なくとも1枚介在させた液晶表示装置1において、上記液晶層のリタデーションを300nmより大きく550nmより小さい範囲に設定する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子とを含み、

屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を上記液晶表示素子と上記偏光子との間に、少なくとも1枚介在した液晶表示装置において、上記液晶表示素子に封入された上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層の厚さ $d$ との積 $\Delta n \cdot d$ の値が300 nmより大きく550 nmより小さい範囲であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 $\Delta n \cdot d$ の値が320 nmから520 nmの範囲であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】互いに近接した上記位相差板と透光性基板とにおいて、該位相差板表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と、該透光性基板側のラビング方向とを平行に設定し、かつ互いに近接した上記位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも1枚介在させたことを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項4】上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ一枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板において、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを同じ向きに設定したことを特徴とする請求項3に記載の液晶表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関し、特に、液晶表示素子に位相差板を組み合わせることにより表示画面の視角依存性を改善する液晶表示装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来より、ネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、時計や電卓など数値セグメント型液晶表示装置に広く用いられている。最近において

は、ワードプロセッサ、コンピュータ及びナビゲーションシステムをはじめとするディスプレイとして用いられるようになってきている。

【0003】一般に、このような液晶表示装置は透光性の基板を有しており、この基板上に、絵素をオン・オフさせるために電極線などが形成されている。例えば、アクティブマトリクス液晶表示装置においては、液晶層に電圧を印加する絵素電極を選択駆動するためのスイッチング手段として、薄膜トランジスタ(TFT; Thin Film Transistor)などの能動素子が上記の基板上に形成されている。さらにカラー表示を行う液晶表示装置では、基板上に赤色、緑色、青色などのカラーフィルタ層が設けられている。

【0004】上記のようなネマティック液晶表示素子を用いた液晶表示装置は、対向する表面に透明電極層及び配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光板(偏光子)とが設けてある構造をとる。

【0005】上記の液晶表示装置ではツイステッドネマティック型の液晶が用いられる。一対の透光性基板の配向膜は互いに交叉する方向にラビングされており、液晶分子はこのラビング方向にしたがって配向し、一方の基板から液晶層の中間部を通して他方の基板に向かうにつれてらせん状にツイストしていく。

【0006】上記液晶表示装置の表示方式としては、用いられるネマティック液晶のツイスト角に応じて、以下の2つの液晶表示方式が知られている。

【0007】(a)ネマティック液晶分子を90°ねじれ配向させたアクティブ駆動型ツイステッドネマティック(Twisted Nematic、以下TNと称する)液晶表示方式

(b)ネマティック液晶分子のツイスト角を90°以上にねじれ配向させたマルチプレックス駆動型スーパーツイステッドネマティック(Super Twisted Nematic、以下STNと称する)液晶表示方式

後者の(b)マルチプレックス駆動型STN液晶表示装置方式は、特有の着色が存在するため、白黒表示を行うには、光学的補償板を配置する方式が有力であると考えられている。上記方式では、光学的補償板に応じて、さらに以下の2種類の方式に大別される。

【0008】(b-1)表示用液晶セルと逆方向のツイスト角でねじれ配向させた液晶セルを用いた二層型のダブルスーパーツイステッドネマティック(Double Super Twisted Nematic)液晶表示方式

(b-2)フィルム付加型液晶表示方式

これら2方式を比較すると、軽量性、低コストの観点から、後者のフィルム付加型液晶表示方式が有力である。

【0009】一方、前者の(a)アクティブ駆動型TN液晶表示方式については、偏光板の偏光方向を互いに垂

直にするか、または、互いに平行にするかによって、二つの動作モードを選択できる。上記方式では動作モードによって、以下の2種類の方式に大別される。

【0010】(a-1) 一对の偏光板の偏光方向を相互に平行に配置して、液晶層に電圧を印加しない状態(オフ状態)で黒表示をするノーマリブラック方式

(a-2) 偏光方向を相互に直交するように配置して、オフ状態で白色を表示するノーマリホワイト方式  
これら2方式を比較すると、表示コントラスト、色再現性、表示の視角依存性の観点から後者のノーマリホワイト方式が有力である。

【0011】ところで、上記のTN液晶表示方式においては、液晶分子に屈折率異方性 $\Delta n$ が存在していること、および、液晶分子が上下基板に対して傾斜して配向していることのために、観視者の見る方向や角度によって表示画像のコントラストが変化して、視角依存性が大きくなるという問題がある。

【0012】図7は、TN液晶表示素子31の断面構造を模式的に表したものである。この状態は中間調表示の電圧が印加され、液晶分子32がやや立ち上がっている場合を示している。上記の場合、この液晶表示素子31において、基板33、34表面の法線方向を通過する直線偏光35、および法線方向に対して傾きを持って通過する直線偏光36、37は、液晶分子32と交わる角度がそれぞれ異なっている。液晶分子には屈折率異方性 $\Delta n$ が存在するため、上記の各方向の直線偏光35、36、37が液晶分子32を通過すると正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換されることになり、これが視角依存性の発生源となる。

【0013】さらに、実際の液晶層の内部では、液晶分子32は、基板33と基板34との中間部付近と基板33または基板34の近傍とではチルト角が異なっており、また法線方向を軸として液晶分子32が $90^\circ$ ねじれている状態にある。以上のことにより液晶層を通過する直線偏光35、36、37は、その方向や角度によりさまざまな複屈折効果を受け、複雑な視角依存性を示すことになる。

【0014】上記の視角依存性として、具体的には、画面法線方向から画面の下方である正視角方向に視角を傾けて行くと、ある角度以上で表示画像が着色する現象(以下、「着色現象」という)や、白黒が反転する現象(以下、「反転現象」という)が発生する。また、画面の上方向である反視角方向に視角を傾けて行くと、急激にコントラストが低下する。

【0015】また、上記の液晶表示装置では、表示画面が大きくなるにつれて、視野角がせまくなるという問題もある。大きな液晶表示画面を近い距離で正面方向から見ると、視角依存性の影響のため画面の上部と下部とで表示された色が異なる場合がある。これは画面全体を見る見込み角が大きくなり、液晶表示画面をより斜めの方

向から見るのと同じことになるからである。

【0016】このような視角依存性を改善するために、光学異方性を有する光学素子としての位相差板(位相差フィルム)を液晶表示素子と一方の偏光板との間に挿入することが提案されている(例えば、特開昭55-000600号公報、特開昭56-097318号公報等参照)。

【0017】この方法は、屈折率異方性を有する液晶分子を通過したために直線偏光から楕円偏光へ変換された光を、屈折率異方性を有する液晶層の片側または両側に介在させた位相差板を通過させることによって、視角に生ずる正常光と異常光の位相差変化を補償して直線偏光の光に再変換し、視角依存性の改善を可能にするものである。したがって、この方法では、位相差板だけでなく液晶層すなわち液晶表示素子の特性についても設定を行うことが必要となる。

【0018】そこで、より視角依存性を改善するために、上記の位相差板として屈折率楕円体の1つの主屈折率方向が上記位相差板の表面の法線方向に対して平行なものをを用い、これに対して、液晶表示素子として液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶の厚さ $d$ との積であるリタデーション(retardation) $\Delta n \cdot d$ の値が $200\text{ nm}$ から $500\text{ nm}$ の範囲にある構成をとるものをを用い、この液晶表示素子と偏光板との間に上記の位相差板を介在させる液晶表示装置が提案されている(特開平5-313159号公報)。

【0019】この方法は、位相差板および液晶表示素子の特性を設定するだけでなく、液晶表示素子を形成する配向膜のラビング方向、位相差板の遅相軸方向、および偏光板の透過軸の方向がそれぞれ平行になるよう設定する構成をとり、これによって視角依存性をさらに改善することを可能としている。

【0020】さらに、上記の位相差板として屈折率楕円体の主屈折率方向が位相差板の表面の法線方向に対して傾斜しているものをを用いる方法も提案されている(特開平6-75116号公報)。この方法では、位相差板として次の2種類のものをを用いている。

【0021】一つは、屈折率楕円体の3つの主屈折率のうち、最小の主屈折率の方向が表面に対して平行であり、かつ残り2つの主屈折率の一方の方向が位相差板の表面に対して $\theta$ の角度で傾斜し、他方の方向も位相差板表面の法線方向に対して同様に $\theta$ の角度で傾斜しており、この $\theta$ の値が $20^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$ を満たしている位相差板である。

【0022】もう一つは、位相差板の表面内に屈折率異方性がなく、位相差板の表面法線方向における主屈折率 $n_b$ と位相差板の表面に平行な主屈折率 $n_a$ 、 $n_c$ が、 $n_a = n_c > n_b$ の関係を満たす、すなわち、負の一軸性を有しているもので、さらに、上記の位相差板表面と平行をなす主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方を軸として、

主屈折率  $n_b$  を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記屈折率楕円体が傾斜した位相差板である。

【0023】上記の2種類の位相差板について、前者はそれぞれ一軸性のものと二軸性のものを用いることができる。また、後者は位相差板を1枚のみ用いるだけでなく、該位相差板を二枚組み合わせ、位相差板表面の法線方向における主屈折率  $n_b$  各々の上記傾斜方向が互いに  $90^\circ$  の角度をなすように設定したものをを用いることができる。

【0024】このような位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に少なくとも1枚以上介在させることによって構成される液晶表示装置では、視角依存性のある程度まで改善することができる。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の特開平5-313159号公報で示された、液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  の値が200nmから500nmの範囲に設定された液晶表示素子と偏光子の間に、屈折率楕円体の1つの主屈折率方向が表面の法線方向に対して平行な位相差板を介在させる方法では、ある特定の方向に対して表示画面の視角依存性を改善することはできるが、全方位について改善することはできず限界があるという問題を生じている。

【0026】さらに、上記の特開平6-75116号公報で示された位相差板を用いる方法では、上述のように位相差板については、屈折率楕円体が傾斜するように条件の設定がなされている。これに対し、液晶表示素子については、実施例として、液晶材料の屈折率異方性  $\Delta n$  が0.08、液晶層の厚さ  $d$  が4.5  $\mu m$  の液晶表示素子、すなわち、液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  の値が360nmの場合の液晶表示素子を用いている。しかし、どのような液晶表示素子と偏光板との間に該位相差板を介在させればよいのかという問題に関しては、これ以上言及されていない。

【0027】位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に介在させることにより視角依存性を改善する方法では、位相差板だけでなく液晶表示素子の特性についても設定する必要がある。したがって、上記の方法の場合、位相差変化の補償を最も効果的に行うために上記の位相差板と、 $\Delta n \cdot d$  の値がどのような範囲にある液晶表示素子とを組み合わせればよいのかは明らかではない。そのため、上記位相差板を用いて液晶表示装置の視角依存性を改善することについては、未だ不十分な状態であるという問題を生じている。

【0028】本発明の目的は、上述した問題を解決するため、表示画像の視角に依存して生ずるコントラスト変化、反転現象、着色現象を解消し高品質の画像を表示することができる上記位相差板を介在した液晶表示装置を

提供することである。

【0029】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る液晶表示装置は、以上の課題を解決するために、対向する表面に透明電極層および配向膜がそれぞれ形成された一対の透光性基板の間に液晶層を封入することによって構成される液晶表示素子と、上記液晶表示素子の両側に配置される一対の偏光子とを含み、屈折率楕円体の3つの主屈折率  $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$  が  $n_a = n_c > n_b$  という関係を有する位相差板であって、主屈折率  $n_a$  および  $n_c$  の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率  $n_b$  を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより上記屈折率楕円体が傾斜した位相差板を上記液晶表示素子と上記偏光子の間に少なくとも1枚介在した場合、上記液晶表示素子に封入された上記液晶層における液晶材料の屈折率異方性  $\Delta n$  と液晶層の厚さ  $d$  の積、すなわち、液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  の値が300nmより大きく550nmより小さい範囲とすることを特徴としている。

【0030】上記の構成によれば、直線偏光が複屈折性を有する液晶層を通過して、正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換される場合、主屈折率  $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$  が  $n_a = n_c > n_b$  という関係にあり、主屈折率  $n_b$  を含む屈折率楕円体の短軸を位相差板の表面の法線方向に対し傾斜させた位相差板を液晶層と偏光子との間に介在させれば、視角に応じて生ずる正常光と異常光との位相差変化が位相差板によって補償される。しかし、液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  の値が300nm以下または550nm以上の場合、視角方向によっては反転現象やコントラスト比の低下が発生する。そこで、液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  を300nmより大きく550nmより小さい範囲に設定することにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができるため、液晶表示画像において、視角に依存して生じるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を改善することができる。

【0031】さらに、請求項2に記載のように、上記液晶表示素子における液晶層のリタレーション  $\Delta n \cdot d$  の値を320nmから520nmの範囲に設定すると、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差をより効果的に解消することができるため、液晶表示画像におけるコントラスト変化、左右方向の反転現象、着色現象を確実に改善することができる。

【0032】また、請求項3の発明に係る液晶表示装置のように、請求項1または2の構成に加えて、互いに近接した上記位相差板と透光性基板とにおいて、該位相差板表面に投影した主屈折率  $n_b$  の傾斜方向と該透光性基板側のラビング方向とを平行に設定し、かつ互いに接近

した上記位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように設定し、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも1枚介在させると、視角の依存にともなう各種の現象をさらに改善することができる。

【0033】さらに、上記の液晶表示装置は、請求項4記載のように、上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ1枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向とを同じ向きに設定すると、視角の依存にともなう各種の現象を最も効果的に改善することができ、さらに、液晶表示素子を中心に対向して配置される一対の上記位相差板と上記偏光板とを、表裏それぞれ同一のものを同一の条件で上記液晶表示素子に対して張り付けることができるため、製造工程を簡便化して低コストにすることができる。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図1ないし図3に基づいて説明すれば、以下の通りである。図1(a)は本発明に係る液晶表示装置1の構成を示す分解斜視図である。上記液晶表示装置1は、一対のガラス基板2、3の間に、ネマティック液晶などからなる液晶層を封入してなる液晶表示素子4と、該液晶表示素子4の一方側に配置される位相差板5a、および他方側に配置される位相差板5bと、該液晶表示素子4及び該位相差板5aおよび5bをはさむ一対の偏光板6、7とを有している。ただし、位相差板5a、5bは少なくとも一方が配置されていればよい。

【0035】液晶表示素子4を構成するガラス基板2側のラビング方向2aとガラス基板3側のラビング方向3aとは、介在する液晶層の液晶分子が約 $90^\circ$ のねじれ配向するように、互いに直交するよう処理されている。

【0036】また、偏光板6の吸収軸6aと偏光板7の吸収軸7aも互いに直交するように配置されている。したがって、液晶表示素子4に電圧を印加しなければ、液晶表示装置1は光を透過して白色表示を行う、いわゆるノーマリホワイト表示方式となるように構成されている。

【0037】位相差板5aまたは5bは、上述のように偏光板6と偏光板7との間のいずれかに近接して少なくとも1枚介在していれば位相補償が可能となり、偏光板6または偏光板7と液晶表示素子4との間に位相差板5aおよび5bが2枚以上介在されていても構わず、さらに液晶表示素子4と偏光板6、7とのそれぞれの間に位相差板5aまたは5bが各2枚以上の複数枚介在されて

いても構わない。

【0038】図1(b)は、本発明に係る位相差板5aを示す斜視図である。なお、位相差板5bについては、位相差板5aと同一の構成なので説明を省略する。位相差板5aは、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ の関係、すなわち、屈折率異方性が負となる関係にあり、位相差板5aの表面を $x-y$ 平面とする直交座標系 $x-y-z$ を定義すると、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板5aの表面の法線方向 $z$ 軸に対して $x-y$ 平面内で矢印Aで示す方向に角度 $\theta$ で傾斜している。同様に主屈折率 $n_c$ の方向も表面に平行な $x$ 軸方向に対して $x-y$ 平面内で矢印Bで示す方向に角度 $\theta$ で傾斜している。上記主屈折率 $n_b$ の傾斜は位相差板5aの表面に投影すると $x$ 軸上における矢印 $n_{b1}$ の方向となる。同様に位相差板5bの場合についても主屈折率 $n_b$ の傾斜方向は矢印 $n_{b2}$ (図1(a)に示す)の方向となる。

【0039】したがって、位相差板5aは、矢印A、Bで示す向きを主屈折率 $n_a$ の方向に対して時計まわりとすれば、位相差板5aの表面に平行である主屈折率 $n_a$ の方向( $y$ 軸で示す)を軸として、主屈折率 $n_b$ を法線方向 $z$ 軸に平行な状態から時計まわりに角度 $\theta$ 回転させると同時に、主屈折率 $n_c$ を位相差板5aの表面に平行で $y$ 軸に対して垂直な $x$ 軸方向に平行な状態から時計まわりに角度 $\theta$ 回転させることになり、結果として主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が作る屈折率楕円体が傾斜した状態となるように構成されている。

【0040】上記の屈折率楕円体の傾斜は、主屈折率 $n_a$ の方向を軸とするだけでなく、主屈折率 $n_c$ が $x$ 軸に平行な状態とした上で、主屈折率 $n_c$ の方向を軸とした状態の傾斜であってもよい。

【0041】また、主屈折率 $n_a$ の方向を軸とした場合、主屈折率 $n_b$ および $n_c$ は、時計まわりだけでなく反時計まわりの方向に傾斜してもよい。主屈折率 $n_c$ の方向を軸とした場合でも上記と同様に、主屈折率 $n_a$ および $n_b$ は、時計まわりだけでなく反時計まわりに傾斜してもよい。結果的に、位相差板5a全体としての屈折率楕円体が、位相差板5aの表面( $x-y$ 平面)の $x$ 軸または $y$ 軸に平行な主屈折率方向の一つを軸として、時計まわりまたは反時計まわりに傾斜していればよい。

【0042】さらに、上記の主屈折率 $n_b$ が傾斜している角度 $\theta$ 、即ち、上記の屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta$ が、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内にあれば、上記屈折率楕円体の傾斜の方向が時計まわりまたは反時計まわりに係わらず本発明の位相差板が示す効果は保証される。

【0043】上記位相差板5a、5bは、透明な支持体(例えば、トリアセチルセルロース(TAC)等)にディスプレイ液晶を塗布し、ディスプレイ液晶を傾斜配向やハイブリッド配向させ、架橋することで実現することができる。

【0044】上記位相差板5a、5bの支持体としては、一般に偏光板によく用いられるトリアセチルセルロース（TAC）が高い信頼性を得ており適している。それ以外では、ポリカーボネート（PC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）などの耐環境性や耐薬品性に優れた無色透明の有機高分子フィルムが適している。

【0045】位相差板5a、5bにおいて、図1（a）に示すように、該位相差板5a、5bの表面に投影した主屈折率 $n_b$ の傾斜方向 $n_{b_1}$ 、 $n_{b_2}$ は、偏光板6、7の吸収軸6a、7aと平行に設定されることが好ましく、また、液晶表示素子4の上記ラビング方向2a、3aと平行に設定されることが好ましい。

【0046】さらに、位相差板5aにおいて、該位相差板5aの主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向 $n_{b_1}$ は、偏光板6の吸収軸6aと平行であり、かつ位相差板5aに隣接したガラス基板2側のラビング方向2aと逆の方向であり、同時に位相差板5bにおいて、該位相差板5bの主屈折率 $n_b$ の上記傾斜方向 $n_{b_2}$ が偏光板7の吸収軸7aと平行であり、かつ位相差板5bに近接したガラス基板3側のラビング方向3aと同じ方向であることが好ましい。

【0047】図2は、液晶表示装置1の構成を示す分解断面図である。液晶表示装置1は、液晶表示素子4の両側に位相差板5aおよび5bを配置し、さらに一対の偏光板6、7によってはさまれている構成をとる。上記構成では、位相差板5aと5bの両方が介在されている必要はなく、位相差板5aまたは5bの1枚のみであってもよい。また、上記構成では、位相差板5aおよび5bがそれぞれ2枚以上介在されていてもよい。

【0048】液晶表示素子4は、一対のガラス基板2、3の表面に対して、ITO（インジウム錫酸化物）などからなる透明電極層8、9、さらにその上にポリイミド、ポリビニルアルコールなどからなる配向膜10、11を形成し、この一対のガラス基板2、3の間に、樹脂からなる封止部材12でネマティック液晶などからなる液晶層13を封入することによって構成される。

【0049】配向膜10、11の各表面は、封入された液晶分子が約90°のねじれ配向するように、あらかじめラビング処理が施されており、配向膜10のラビング方向が上記図1（a）のラビング方向2a、配向膜11のラビング方向が上記図1（a）のラビング方向3aに対応する。

【0050】図3は液晶表示素子4の模式的な平面図であるが、上記ラビング方向2aとラビング方向3aとは互いに直交しており、ラビング方向2aは画面の右方向から反視角方向に45°の傾きを持ち、ラビング方向3aは画面の右方向から正視角方向に45°の傾きを持っている。

【0051】本発明の液晶表示装置は、以上のような構成をとることによって表示画像の視角に依存して生ずる

コントラスト変化、着色現象、反転現象を解消し、高品質の画像を表示することができる。

【0052】

【実施例】本発明による上記液晶表示装置1の具体的実施例とその視角依存性を測定した結果について図4ないし図6に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、これによって、本発明が限定されるものではない。

【0053】最初に、上記液晶表示装置1の視角依存性の測定方法について説明する。図4は液晶表示装置1の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。まず、液晶表示装置1を構成する液晶表示素子4と偏光板6とが接触する面26を直交座標系XYZの基準面X-Yに設定する。なお、本図では、位相差板5a、5bについては省略した。

【0054】次に、面26の法線方向27に対して角度 $\psi$ の方向28であって、座標原点から所定距離の位置に、一定の立体受光角を有する受光素子71を配置して、偏光板7側から波長550nmの単色光を入射する。なお、受光素子71の出力は増幅器72で所定のレベルに増幅され、波形メモリやレコーダなどの記録手段73によって記録される。測定方向は、上方向（反視角方向）、右方向、左方向の3方向である。

【0055】本実施例は、図2の液晶表示装置1において、液晶表示素子4として、液晶層13に用いたネマティック液晶材料のリタレーション $\Delta n \cdot d$ の値をそれぞれ、320nm、420nm、520nmに設定したものをを用いた。

【0056】また、位相差板5a、5bとして、透明な支持体（例えば、トリアセチルセルロース（TAC）等）にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶をハイブリッド配向させて架橋したものであって、図1（b）に示すように位相差板全体として主屈折率 $n_c$ と主屈折率 $n_b$ との差および位相差板5a、5bの厚さ $d_i$ との積 $(n_c - n_a) \times d_i$ を意味する第1のリタレーション値が0nmであって、主屈折率 $n_c$ と主屈折率 $n_b$ との差および位相差板5a、5bの厚さ $d_i$ との積 $(n_c - n_b) \times d_i$ を意味する第2のリタレーション値が100nmであり、さらに、主屈折率 $n_b$ の方向が位相差板5aまたは5bの表面の法線方向に対して矢印Aで示す方向に約20°となるように傾いており、同様に主屈折率 $n_c$ の方向が表面に対して矢印Bで示す方向に約20°の角度をなしているもの、即ち、位相差板5a、5bにおける屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta = 20^\circ$ のものをを用いた。

【0057】このような液晶表示装置1を図4に示す測定系に設置して、受光素子71が一定の角度 $\psi$ で固定された場合に液晶表示素子4への印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定し、その結果を透過率-液晶印加電圧特性として図5に示す。

【0058】図5（a）（b）（c）は、受光素子71



の角度を $\psi = 50^\circ$ に設定したときに、それぞれ図3の上方向、右方向、左方向からの測定を行った結果であり、一点鎖線で示す曲線L1、L4、L7は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を320 nm、実線で示す曲線L2、L5、L8はリタデーション $\Delta n \cdot d$ を420 nm、破線で示す曲線L3、L6、L9はリタデーション $\Delta n \cdot d$ を520 nmと設定したものである。

【0059】実施例に対する比較例として、図2に示す液晶表示装置1における液晶表示素子4の液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値をそれぞれ、300 nm、550 nmに設定した以外は実施例と同様の液晶表示素子4及び位相差板5a、5bを用いた。

【0060】上記の液晶表示装置1を図4の測定系に設置して、実施例1と同様の方法で受光素子71が一定の角度 $\psi$ で固定された場合の液晶表示素子4への印加電圧に対する受光素子71の出力レベルを測定した。その結果を透過率-液晶印加電圧特性として図6に示す。

【0061】図6(a)(b)(c)は、受光素子71の角度を $\psi = 50^\circ$ に設定したときに、それぞれ図3の上方向、右方向、左方向からの測定を行った結果であり、実線で示す曲線L10、L12、L14は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を300 nm、破線で示す曲線L11、L13、L15は液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を550 nmに設定したものである。

【0062】上記の各液晶表示装置1について、上方向(反視角方向)の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図5(a)では、L1、L2、L3とも電圧を印加していくと透過率が十分下がることが確認された。これに対して図6(a)では、L11は、図5(a)のL1、L2、L3と比較して、電圧を印加しても十分に透過率が下がっていない。また、L10は、電圧を印加していくと透過率は一度低下してから再び上昇する反転現象が確認された。

【0063】次に、上記の各液晶表示装置1について、右方向の透過率-液晶印加電圧特性を比較した場合、図5(b)では、L4、L5、L6とも電圧を印加していくと透過率はほぼ0近くになるまで低下していることが確認された。また図6(b)でもL12は電圧を印加していくと、図5(b)と同様に透過率がほぼ0近くになるまで低下するが、L13については上記の反転現象が確認された。

【0064】上記の各液晶表示装置1について、左方向の場合でも右方向同様に、図5(c)のL7、L8、L9および図6(c)のL14は電圧を印加していくと、すべて透過率はほぼ0近くになるまで低下するが、図6(c)のL15のみ、反転現象が確認された。

【0065】また、液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、300 nm、320 nm、420 nm、520 nm、550 nmに設定した液晶表示素子4を用いた液晶表示装置1について、それぞれ白色光のもとで目視

確認を行った。

【0066】上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、320 nm、420 nm、520 nmに設定したもののについては、視角を倒した場合でも着色は確認されず良好な画質であった。

【0067】ところが、上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を300 nmに設定したもののについては、視角を倒した場合に電圧ONの時ににおいて赤色の着色が、また、上記液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を550 nmに設定したもののについては、視角を倒した場合に電圧OFFの時ににおいて黄色からだいたい色の着色が確認された。

【0068】上述のように、実施例では、図5(a)

(b)(c)で示した液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を、320 nm、420 nm、520 nmとした場合には、電圧を印加していくと透過率は十分低下し反転現象も見られないため、視野角が拡大し、着色現象のない液晶表示装置1の表示品位が格段に向上していることがわかる。

【0069】それに対して、図6(a)(b)(c)で示した比較例では、液晶層13のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値を300 nm以下、または550 nm以上とした場合は視角依存性は十分に改善されないことがわかる。

【0070】また、位相差板5a、5bとして、透明な支持体にディスコティック液晶を傾斜配向させたものについても上記と同様の結果が得られた。さらに、上記位相差板5a、5bの屈折率楕円体の傾斜する角度 $\theta$ は、 $15^\circ \leq \theta \leq 75^\circ$ の範囲内であれば、位相差板5a、5bにおけるディスコティック液晶の配向の状態に関係なく、上記液晶表示装置1の透過率-液晶印加電圧特性は基本的に変化しなかった。

【0071】以上より、液晶表示装置の視角依存性を改善し、その品位を向上させるためには、液晶表示素子と偏光子との間に、位相差板を少なくとも1枚介在した液晶表示装置において、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c > n_b$ という関係を有する位相差板であって、主屈折率 $n_a$ および $n_c$ の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率 $n_b$ を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を用いた場合に、液晶層のリタデーション $\Delta n \cdot d$ の値が300 nmより大きく550 nmより小さい範囲内にあれば良く、さらに好ましくは、320 nmから520 nmの範囲内であればよいことがわかる。

【0072】

【発明の効果】請求項1の発明に係る液晶表示装置は、以上のように、液晶表示素子と偏光子との間に、屈折率楕円体の3つの主屈折率 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ が $n_a = n_c$

>  $n_b$  という関係を有する位相差板であって、主屈折率  $n_a$  および  $n_c$  の一方が位相差板の表面に平行であり、その平行をなす主屈折率の方向を軸として、主屈折率  $n_b$  を、位相差板の表面の法線方向に平行な状態から傾斜した状態へ時計まわり、または反時計まわりに回転させることにより、上記の屈折率楕円体が傾斜した位相差板を少なくとも 1 枚配置し、液晶表示素子に封入された液晶層における液晶材料の屈折率異方性  $\Delta n$  と液晶層の厚さ  $d$  の積リタデーション  $\Delta n \cdot d$  の値を  $300 \text{ nm}$  より大きく  $550 \text{ nm}$  より小さい範囲内にするという構成である。

【0073】これにより、液晶表示素子の位相差変化をより確実に補償することができ、このような位相差板と液晶表示素子を含む液晶表示装置は、反転現象や反視角方向のコントラスト比の低下、着色現象を防止することができる。

【0074】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比が観視者の視角方向によって影響されないため、液晶表示装置の表示画像の品質が格段に向上するという効果を奏する。

【0075】請求項 2 の発明に係る液晶表示装置は、請求項 1 の構成において、 $\Delta n \cdot d$  の値が  $320 \text{ nm}$  から  $520 \text{ nm}$  の範囲にある構成である。

【0076】これにより、液晶表示素子に生じる視角に対する位相差をより確実に解消することができる。

【0077】請求項 3 の発明に係る液晶表示装置は、請求項 1 または 2 の構成に加えて、互いに近接した位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と、該位相差板表面に投影した主屈折率  $n_b$  の傾斜方向とを平行に設定し、かつ互いに近接した位相差板と偏光子とにおいて、該位相差板の表面に投影した主屈折率  $n_b$  の傾斜方向と該偏光子の吸収軸とが平行となるように、該位相差板を液晶表示素子と偏光子との間に少なくとも 1 枚介在させた構成である。

【0078】さらに、請求項 4 の発明に係る液晶表示装置は、請求項 3 の構成に加えて、上記位相差板を液晶表示素子と一対の偏光子との間にそれぞれ一枚ずつ介在させ、互いに近接した一方の位相差板と透光性基板とにおいて、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主

屈折率  $n_b$  の上記傾斜方向とを逆向きに設定し、互いに近接した他方の位相差板と透光性基板において、該透光性基板側のラビング方向と該位相差板の主屈折率  $n_b$  の上記傾斜方向とを同じ向きに設定した構成である。

【0079】これらにより、液晶表示素子に生じる視角に対応する位相差を解消することができ、液晶表示素子における反視角方向のコントラスト比の低下、左右方向の反転現象、着色現象がより改善される。

【0080】それゆえ、上記構成は、白黒表示におけるコントラスト比がさらに向上し、液晶表示装置の表示品位が格段に向上するという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は、本発明の実施の一形態である液晶表示装置の構成を示す分解斜視図、(b) は、位相差板の主屈折率の配向関係を示す説明図である。

【図 2】図 1 に示す液晶表示装置の分解断面図である。

【図 3】液晶表示素子における配向膜のラビング方向と正視角方向との配向関係を示す説明図である。

【図 4】液晶表示装置の視角依存性の測定系を示す概略斜視図である。

【図 5】(a) (b) (c) は実施例における液晶表示装置の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

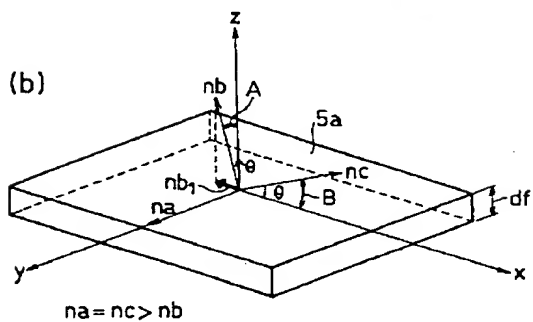
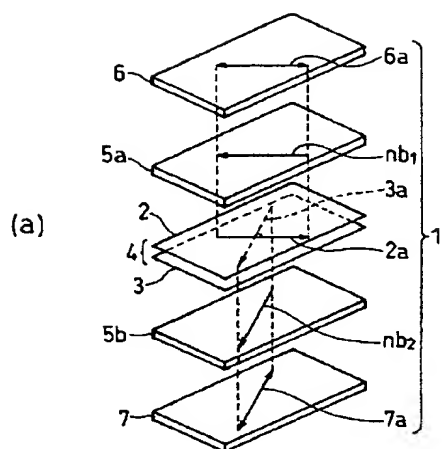
【図 6】(a) (b) (c) は比較例における液晶表示装置の透過率－液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図 7】TN 液晶表示素子における液晶分子のねじれ配向を示す模式図である。

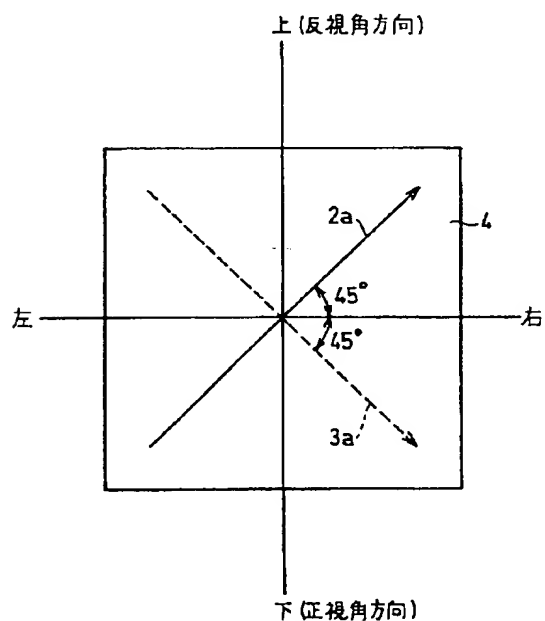
#### 【符号の説明】

1	液晶表示装置
2・3	ガラス基板
2a・3a	ガラス基板のラビング方向
4	液晶表示素子
5a・5b	位相差板
6・7	偏光板（偏光子）
6a・7a	偏光板の吸収軸
8・9	透明電極層（ITO）
10・11	配向膜
13	液晶層
$n_a \cdot n_b \cdot n_c$	位相差板の主屈折率
$n_{b_1} \cdot n_{b_2}$	位相差板の主屈折率 $n_b$ の傾斜方向

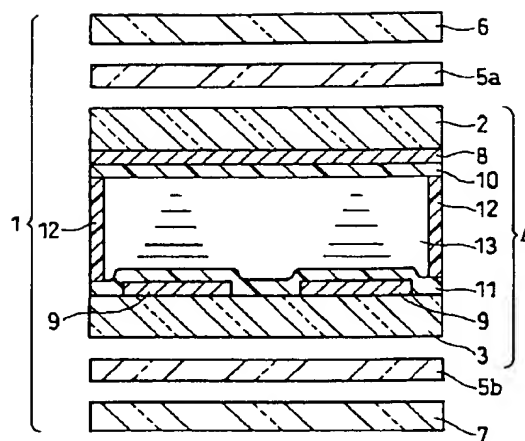
【図 1】



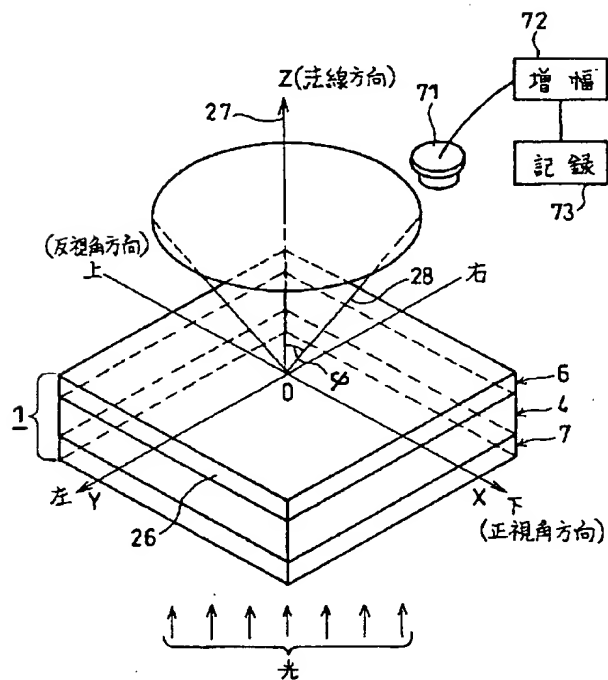
【図 3】



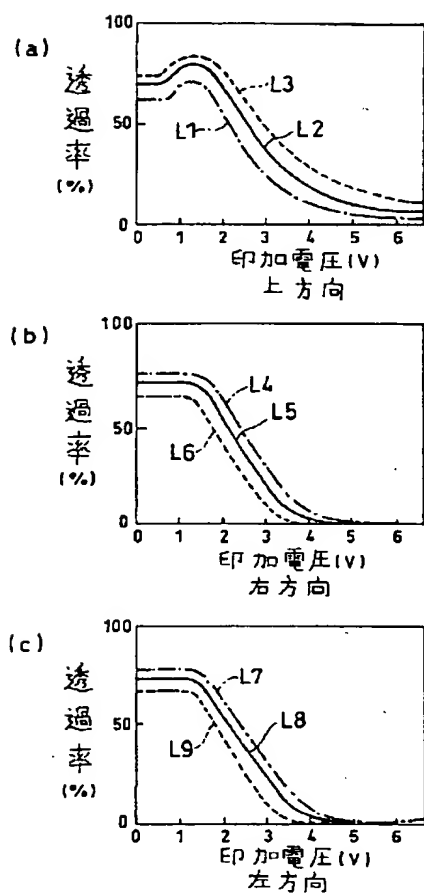
【図 2】



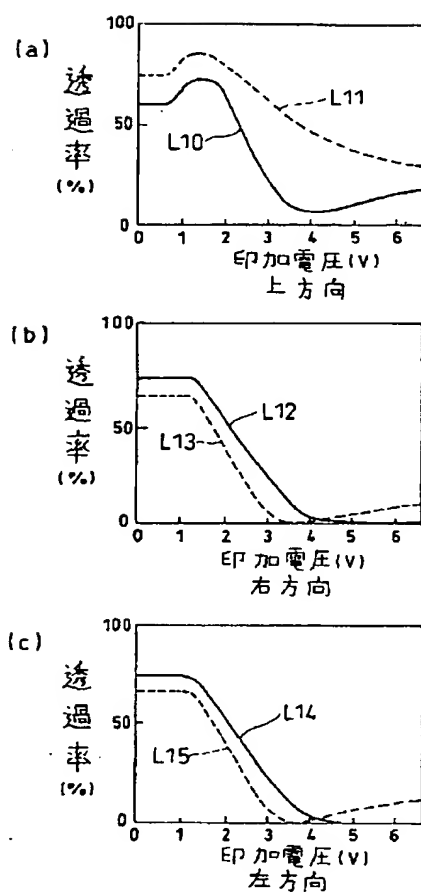
【図 4】



【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】

